

DIALOG(R)File 352:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

003996512

WPI Acc No: 1984-142054/198423

Bonding of PTFE, or similar, pieces - by heating and restricting thermal expansion to create pressure

Patent Assignee: ACEREF APPL CHIM EL (ACER-N)

Inventor: HAAS D; LUNVEN B

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| FR 2535337 | A | 19840504 | FR 8218422 | A | 19821103 | 198423 B |

Priority Applications (No Type Date): FR 8218422 A 19821103

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan Pg | Main IPC | Filing Notes |
|------------|------|--------|----------|--------------|
| FR 2535337 | A | 13 | | |

Abstract (Basic): FR 2535337 A

At least two pieces of a material not liquefied by heat, esp. PTFE, are joined by heating at least the joint zone then pressing them together, the pressure being caused by limiting the thermal expansion of at least one of the pieces so that it presses against the other(s).

At least one of the PTFE pieces must be a new generation resin, or one with essentially the same critical temp. and pressure of bonding, the critical temp. being at least equal to the transformation temp. of PTFE (342 deg.C), and the thermal expansion being such as to result in a pressure of 0.1×10^5 - 6×10^5 Pa. The other piece(s) may be either new or conventional PTFE resins. The resins may be pure or filled.

Used esp. for newer types of PTFE which have a viscosity of less than 10^{10} poise at their transformation temp. Complex pieces can be securely joined using simple appts.

0/11

Derwent Class: A14; A35

International Patent Class (Additional): C09J-005/02

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 535 337

(21) N° d'enregistrement national :

82 18422

(51) Int Cl³ : C 09 J 5/02.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 3 novembre 1982.

(30) Priorité

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 18 du 4 mai 1984.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : ACEREF (APPLICATIONS CHIMIQUES
ET ELECTRONIQUES DES RESINES FLUOREES), société
anonyme. — FR.

(72) Inventeur(s) : Daniel Haas et Bernard Lünven.

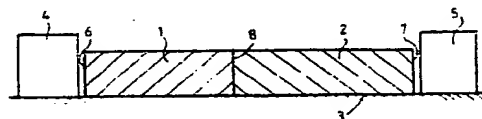
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Malémont.

(54) Procédé de liaison d'au moins deux pièces en un matériau qui ne se liquéfie pas sous l'influence de la chaleur, tel que le polytétrafluoroéthylène.

(57) Procédé de liaison d'au moins deux pièces 1, 2 en un matériau qui ne se liquéfie pas sous l'influence de la chaleur, qui consiste à porter au moins la zone de liaison de chaque pièce à une température et à une pression de liaison critiques, ce procédé se caractérisant en ce que la pression de liaison est créée en limitant l'augmentation de volume d'au moins une des pièces due à la dilatation produite par la montée en température, de façon que les pièces dont on a limité l'augmentation de volume pressent, dans la zone de liaison 8, sur les pièces auxquelles elles doivent être liées.

Ce procédé est particulièrement intéressant pour la liaison de pièces constituées par certaines variétés de PTFE dit nouvelle génération caractérisées par une viscosité au point de transformation inférieure à 10¹⁰ poises.



FR 2 535 337 - A1

La présente invention a pour objet un procédé de liaison d'au moins deux pièces en un matériau qui ne se liquéfie pas sous l'influence de la chaleur, qui consiste à porter au moins la zone de liaison de chaque pièce à une température et à une pression de liaison critiques.

5 On connaît en effet des matériaux qu'il est impossible d'amener à l'état liquide et qui de ce fait ne sont pas soudables au sens classique du terme. Un tel matériau est notamment constitué par le polytétrafluoroéthylène (PTFE).

10 Il est néanmoins possible de réaliser une liaison plus ou moins solide entre deux pièces constituées de tels matériaux, par mise en oeuvre de divers procédés.

Ainsi, il est par exemple possible de lier des pièces massives en PTFE en les portant au moins à la température de transformation du PTFE (342°C) et en appliquant sur ces pièces des forces extérieures suffisantes pour créer
15 une pression de liaison de l'ordre de 70.10^5 à 200.10^5 Pa, pression et température qui constituent des valeurs critiques pour réaliser la liaison recherchée. On comprendra immédiatement qu'en raison du fluage important que subit le PTFE lorsqu'il est soumis à une forte contrainte en compression, un tel procédé ne peut être mis en oeuvre qu'en moule fermé et de ce fait il fait appel à un
20 outillage (machine à souder, presse chauffante) d'autant plus complexe et onéreux que les pièces sont de forme compliquées.

Il est possible également de lier deux pièces en PTFE en utilisant un élément intermédiaire fluorocarboné et en opérant à la température de transformation du PTFE ; cet élément intermédiaire peut être soit de même nature
25 que les pièces à lier et dans ce cas il pourra s'agir de feuilles profilées ou bandes en PTFE non fritté, soit de nature différente des pièces à lier et il pourra alors s'agir de copolymères fluorocarbonés tels que le PFA, le TFA ou le FEP commercialisés par DUPONT DE NEMOURS OU HOECHST. Il est à noter toutefois que, en faisant appel à un tel élément intermédiaire, le phénomène de
30 formation de la liaison est réversible, ce qui signifie que les pièces assemblées se séparent lorsqu'elles sont reportées à la température de transformation du PTFE.

On constate donc que les procédés de liaison existant présentent de nombreux inconvénients, car ils ne permettent de lier dans de bonnes conditions que des pièces de formes simples, se heurtent à des difficultés voire des impossibilités technologiques, par exemple quand la forme des pièces à lier est trop complexe et demandent des frais de mise en oeuvre souvent élevés dus à la nécessité d'utiliser des machines à souder et presses spéciales et des outillages multiples onéreux ou encore car ils font appel à des matériaux étrangers et à

un processus réversible.

Le but de la présente invention est précisément de pallier à ces inconvénients et pour ce faire, elle propose un procédé du type de celui rappelé au premier paragraphe de la présente description et qui se caractérise en ce que la pression de liaison est créée en limitant l'augmentation de volume d'au moins une des pièces due à la dilatation produite par la montée en température, de façon que les pièces dont on a limité l'augmentation de volume pressent, dans la zone de liaison, sur les pièces auxquelles elles doivent être liées.

L'invention s'applique en particulier à la liaison de pièces constituées par certaines variétés de PTFE (PTFE nouvelle génération) qui possèdent une pression de liaison critique suffisamment faible pour être créée par les moyens proposés ci-dessus sans fluage et sans formation de tensions internes notables. Les PTFE nouvelle génération se distinguent des PTFE classiques par une viscosité moindre à la température de transformation à savoir une viscosité nettement inférieure à 10^{10} Poises.

Il s'agit notamment des PTFE commercialisés par HOECHST sous la marque HOSTAFILON TF ou HOSTAFILON TFM ou par DUPONT DE NEMOURS sous la marque TEFLON TE 6341 N.

Il s'ensuit qu'un aspect particulièrement intéressant de l'invention, réside dans l'application du procédé général qui vient d'être défini à la liaison d'au moins deux pièces en polytétrafluoroéthylène dont l'une au moins comprend du polytétrafluoroéthylène nouvelle génération ou tout autre polytétrafluoroéthylène ayant sensiblement les mêmes température et pression critiques de liaison, la température critique de liaison étant au moins égale à la température de transformation du polytétrafluoroéthylène et la limitation de l'augmentation de volume étant réalisée à un degré tel qu'il en résulte une pression de liaison de l'ordre de $0,1 \cdot 10^5$ à $6 \cdot 10^5$ Pa.

Si la pression exercée entre les pièces en PTFE à lier est inférieure à $0,1 \cdot 10^5$ Pa, il est impossible de réaliser la liaison alors que si la pression est supérieure à $6 \cdot 10^5$ Pa, il y a fluage et/ou distorsion desdites pièces, phénomènes qui s'accompagnent généralement de la formation de tensions internes néfastes pour les caractéristiques mécaniques.

A la lecture de ce qui précède, on comprendra aisément que le procédé selon l'invention consiste à s'opposer partiellement et dans une direction convenable à l'augmentation de volume due à la dilatation des pièces, de manière à induire des forces orientées au sein du système à lier, provoquant un effet mécanique assurant l'assemblage des pièces et partant, créant la pression de liaison désirée.

Il est clair dans ces conditions que, contrairement aux procédés connus à ce jour, le procédé selon l'invention ne nécessite pas l'intervention

de forces extérieures pour réaliser la pression de soudage et de ce fait, il a l'avantage de réduire énormément l'importance des outillages ; en particulier, il ne nécessite pas la mise en oeuvre de machines à souder ou de presses chauffantes.

5 On notera en outre que le procédé selon l'invention assure au niveau de la liaison une résistance à la rupture au moins égale à celle du matériau dont sont faites les pièces à lier et qu'il permet l'obtention de liaisons restant intactes lorsque les pièces sont ramenées à la température de liaison critique (température de transformation dans le cas du PTFE).

10 Le procédé selon l'invention permet d'assembler entre elles une très large gamme de pièces de formes diverses et en particulier qu'elles soient réalisées en PTFE nouvelle génération pure ou chargée.

L'invention s'applique également à la liaison de pièces dont l'une est en PTFE nouvelle génération pure ou chargée et l'autre est en PTFE classique éventuellement chargée. L'invention s'étend enfin à la liaison de pièces 15 dont seule la zone de liaison est constituée par du PTFE nouvelle génération, le restant de la pièce étant constitué par du PTFE classique, ce type de pièces étant obtenu par moulage du PTFE classique sur une couche de PTFE nouvelle génération puis frittage des pièces ainsi obtenues.

La pression et la température critiques de liaison pourront être aisément déterminées par une expérimentation classique tout à fait à la portée 20 de l'Homme de métier.

Dans le cas de pièces en PTFE, la température critique de liaison est au moins égale à la température de transformation du PTFE qui est de 342°C , que le PTFE soit du type classique ou du type nouvelle génération. Quant à la pression critique de liaison permettant d'obtenir des résultats satisfaisants, 25 elle sera généralement de l'ordre de $0,1 \cdot 10^5$ à $6 \cdot 10^5$ Pa et dans le cas particulier où les pièces à lier sont toutes en PTFE nouvelle génération, cette pression pourra avantageusement être de l'ordre de $0,1 \cdot 10^5$ à $0,3 \cdot 10^5$ Pa.

Divers moyens peuvent être mis en oeuvre pour réaliser la limitation de l'augmentation de volume des pièces due à la dilatation, certains de 30 ces moyens, toujours extrêmement simples, étant donnés ci-après à titre d'exemples.

Ainsi, pour lier au moins deux pièces s'étendant sensiblement perpendiculairement au(x) plan(s) de liaison, la pression de liaison est créée en limitant l'augmentation de volume dans une direction sensiblement normale au 35 plan de liaison, et pour réaliser cette limitation, les pièces à lier sont disposées, avant chauffage, soit entre deux butées sur chacune desquelles vient respectivement prendre appui l'extrémité libre des éléments à lier, soit les unes sur les autres, l'extrémité libre de la pièce inférieure reposant sur un support fixe.

La distance séparant les butées sera avantageusement supérieure à la somme des longueurs des pièces à lier et choisie pour éviter un fluage et/ou une distorsion notables desdites pièces.

Par ailleurs, lorsqu'il s'agit de lier une pièce tubulaire à une pièce disposée à l'intérieur de ladite pièce tubulaire et dans un plan sensiblement perpendiculaire à l'axe longitudinal de cette dernière, ladite pièce épousant la forme intérieure de ladite pièce tubulaire, on limite l'augmentation de volume des deux pièces en entourant la pièce tubulaire, au moins dans la zone de liaison, d'un tube rigide de même forme que la pièce tubulaire.

Quand il s'agit de lier un tube à une pièce dont le pourtour a le même profil que la forme intérieure du tube, ladite pièce étant disposée à l'intérieur dudit tube dans un plan sensiblement perpendiculaire à l'axe longitudinal de ce dernier, la pression de liaison pourra être créée en donnant à la pièce une surface supérieure à la section intérieure du tube, ladite pièce étant introduite à force dans ledit tube. Dans ce cas, c'est le tube lui-même qui limite l'augmentation de volume de la pièce intérieure en raison de la différence de dilatation entre les deux pièces à lier.

Enfin, quand on veut lier au moins deux pièces s'étendant dans le prolongement l'une de l'autre, on pourra créer la pression de liaison en disposant lesdites pièces dans une enveloppe rigide ayant sensiblement la même forme que les pièces à lier et ouverte au niveau des extrémités libres de ces dernières.

Ces exemples montrent que les moyens pouvant être mis en oeuvre selon l'invention pour s'opposer au phénomène de dilatation sont sur le plan technique sans commune mesure avec les outillages qui sont utilisés dans les procédés connus jusqu'à ce jour.

Plusieurs modes de réalisation de l'invention sont illustrés à titre d'exemples dans la description qui suit faite en regard des dessins annexés dans lesquels :

- les figures 1 à 4 montrent l'utilisation de butées pour créer la pression de liaison ;
- la figure 5 montre comment la pression de liaison peut être créée par utilisation du seul poids de l'une des pièces à lier ;
- les figures 6 et 7 montrent l'utilisation d'une enveloppe rigide pour créer la pression de liaison ;
- les figures 8 et 9 montrent la réalisation d'une liaison entre un tube de section circulaire et un disque de même diamètre, ce disque étant disposé dans le tube perpendiculairement à l'axe de ce dernier ; et

- les figures 10 et 11 montrent la réalisation d'une liaison entre un tube de section circulaire et un disque de plus grand diamètre, ce disque étant introduit à force dans le tube dans une direction perpendiculaire à l'axe de ce dernier.

La description ci-après illustre l'invention appliquée à des pièces de forme très simple, mais elle permettra aisément à l'Homme de métier d'extrapoler l'invention à d'autres formes plus complexes.

Conformément à la figure 1, deux pièces 1, 2 en PTFE nouvelle génération, de forme sensiblement parallélépipédique, en contact par l'une de leurs faces et reposant sur un support fixe 3, sont disposées entre deux butées 4,5 situées dans l'axe général des pièces 1,2, la face 6 opposée à la face de liaison de la pièce 1 étant en regard de la butée 4 et la face 7 opposée à la face de liaison de la pièce 2 étant en regard de la butée 5. Par ailleurs, la distance séparant les butées 4,5 est légèrement supérieure à la somme des longueurs des pièces à lier.

La figure 2 montre la position que prennent ces pièces lorsqu'on les porte à une température au moins égale à la température de transformation du PTFE. L'élévation de température provoque la dilatation des pièces 1,2 et, partant, un accroissement de leurs dimensions. De ce fait, les faces 6 et 7 se rapprochent respectivement des butées 4,5 jusqu'à venir à leur contact. A partir de ce moment, la dilatation est bloquée dans la direction normale au plan de liaison 8, ce qui engendre un effet mécanique qui a pour effet de presser les pièces l'une contre l'autre dans la zone de liaison et, partant, de créer une pression de liaison.

La distance séparant les butées 4,5 sera choisie de manière à créer entre les deux pièces, une pression suffisante pour réaliser la liaison recherchée et de préférence inférieure au seuil au-delà duquel il y a fluage et/ou distorsion notables des pièces. Bien entendu, ladite distance qui est fonction de la longueur des pièces et de la température de travail, pourra être aisément déterminée par l'Homme de métier. A ce propos, on notera que cette distance peut être égale à la somme des longueurs des pièces à lier, notamment dans le cas où la dilatation est très faible, ce qui se produit quand les pièces sont de très faibles dimensions.

On comprendra que les pièces 1,2 ne doivent pas nécessairement être en contact par leur face de liaison avant chauffage. Elles peuvent en effet être disposées par exemple comme montré à la figure 3 où les faces 6,7 sont respectivement en contact avec les butées 4,5, la position prise par les pièces lorsqu'elles sont portées à la température voulue (figure 4) étant bien entendu identique à celle montrée par la figure 2.

La figure 5 représente deux tubes 9,10 en PTFE nouvelle génération disposés axialement l'un au-dessus de l'autre, le tube inférieur 9 reposant sur un support fixe 11. Dans ce cas, c'est le seul poids du tube supérieur 10 qui génère la pression de liaison ; il va de soi que la pression générée est fonction du poids du tube 10 et qu'il s'ensuit que la liaison ne peut être obtenue que si ce poids est suffisant.

Conformément à la figure 6, deux tubes de section circulaire 12,13 en PTFE nouvelle génération, de même diamètre et placés bout à bout, sont disposés dans un tube rigide 14 dont le diamètre intérieur est supérieur au diamètre extérieur des tubes 12, 13 à température ambiante. Quand on porte l'ensemble à la température critique de liaison (figure 7), la dilatation va bloquer les tubes 12,13 contre la paroi intérieure du tube rigide 14. Cet effet de blocage s'oppose à la dilatation qui se poursuit dans le sens axial du tube 14 et il en résulte un effet mécanique qui presse les deux pièces l'une contre l'autre dans la zone de liaison et, partant, qui crée la pression nécessaire à la formation de la liaison.

La différence entre le diamètre intérieur du tube 14 et le diamètre extérieur des tubes 12,13 sera choisie de manière à pouvoir créer une pression suffisante pour réaliser la liaison désirée et de préférence inférieure au seuil au-delà duquel il y a apparition dans les tubes à lier de tensions internes de nature à détériorer leurs propriétés mécaniques. L'Homme de métier pourra bien entendu aisément déterminer cette différence qui est fonction de la température de liaison choisie et de la longueur des tubes 12,13. Par ailleurs et comme cela a été précisé pour les figures 1 et 2, cette différence peut être nulle dans le cas où la température de liaison et la longueur des tubes 12,13 sont telles que la liaison ne peut être obtenue que si les deux diamètres en cause sont les mêmes. Enfin, avant chauffage, les deux tubes 12,13 ne sont pas nécessairement disposés bout à bout ; ils peuvent en effet être séparés d'une distance qui permettra d'obtenir la pression de liaison nécessaire et qui sera fonction de la différence de diamètre évoquée ci-dessus, de la température de liaison choisie et de la longueur des tubes à lier.

Il est à noter en outre que les tubes à lier peuvent être disposés dans le tube 14 sur une partie seulement de leur longueur ; il est essentiel toutefois que la zone de liaison soit disposée dans le tube 14 et que les tubes 12,13 soient disposés dans ledit tube 14 sur une longueur suffisante pour obtenir la pression de liaison désirée.

Conformément à la figure 8, un disque 15 est disposé dans un tube 16 de section circulaire, perpendiculairement à l'axe longitudinal dudit tube et à l'une des extrémités de ce dernier, le tube 16 reposant par cette extré-

mité sur un support fixe 17. Le tube 16 et le disque 15 sont tous deux en PTFE nouvelle génération et le diamètre du disque 15 est égal au diamètre intérieur du tube 16. Enfin, un tube rigide 18 est disposé autour du tube 16, au moins au niveau de la zone de liaison, ce tube 18 ayant un diamètre intérieur supérieur au diamètre extérieur du tube 16. On porte ensuite cet ensemble à la température critique de liaison (figure 9). Il y a de ce fait dilatation du disque 15 et du tube 16. Quand la surface extérieure du tube 16 vient en contact avec la surface intérieure du tube rigide 18, la dilatation est bloquée, notamment dans la zone de liaison, dans la direction normale au plan de liaison, ce qui engendre au niveau de la zone de liaison la pression critique de liaison. Bien entendu, le jeu à prévoir entre les tubes 16, 18 pourra être aisément déterminé par l'Homme de métier en fonction notamment de l'épaisseur du tube 16 et de la température de travail.

Les figures 10 et 11 illustrent le cas où l'on désire lier un tube 19 de section circulaire et un disque 20, la liaison devant avoir lieu de manière à ce que le disque soit disposé perpendiculairement à l'axe du tube, par exemple à l'une des extrémités de ce dernier, comme le montrent lesdites figures 10 et 11. Il est à noter par ailleurs que le tube 19 et le disque 20 sont en PTFE nouvelle génération et que le diamètre du disque est supérieur au diamètre intérieur du tube 19, le disque 20 étant emmanché à force dans le tube 19 ou ce dernier étant fretté sur le disque. On porte ensuite l'ensemble à la température critique de liaison (figure 11). Du fait de la différence de diamètre entre les deux pièces à lier, la dilatation du disque sera supérieure à celle du tube. En d'autres termes, la dilatation du disque sera bloquée dans la direction normale au plan de liaison, par le tube 19 lui-même, ce qui produit la pression de liaison désirée. La différence de diamètre sera avantageusement choisie pour éviter de créer un fluage et des distorsions notables des pièces, susceptibles d'affecter leurs caractéristiques mécaniques.

Dans tous les modes de réalisation qui viennent d'être décrits, dans lesquels les pièces à lier sont toutes en PTFE nouvelle génération (par exemple HOSTAFILON TFM 1700, HOSTAFILON TF VP 1502 et HOSTAFILON TF 1702, de HOECHST) ou TEFLON TE 6341 N de DUPONT DE NEMOURS, la pression critique de liaison est située dans l'intervalle allant de $0,1 \cdot 10^5$ à $6 \cdot 10^5$ Pa et de préférence dans l'intervalle allant de $0,1 \cdot 10^5$ à $0,3 \cdot 10^5$ Pa, $6 \cdot 10^5$ Pa étant le seuil au-delà duquel on se heurte à de sérieux problèmes de fluage et de distorsion des pièces.

La pression critique à induire est toutefois généralement supérieure quand l'une des pièces à lier est en PTFE nouvelle génération et l'autre en PTFE classique et l'intervalle préférentiel est généralement supérieur à l'intervalle $0,1 \cdot 10^5$ - $0,3 \cdot 10^5$ Pa précisé ci-dessus.

Quant à la température critique de liaison de pièces en PTFE, qu'elles soient en PTFE nouvelle génération ou que l'une soit en PTFE nouvelle génération et l'autre en PTFE classique, elle est toujours égale ou supérieure à la température de transformation du PTFE (342° C). Il existe néanmoins une
5 limite supérieure qui est la température maximale à laquelle on peut porter le PTFE sans en détériorer de manière notable les propriétés mécaniques. On préférera cependant opérer à une température de l'ordre de 380° C.

Enfin et à toutes fins utiles, on notera encore que les pièces à
lier selon l'invention sont préparées conformément aux techniques habituelles
10 bien connues de l'Homme de métier, par moulage du PTFE en poudre suivi du frittage de l'ensemble résultant.

REVENDECATIONS

1. Procédé de liaison d'au moins deux pièces en un matériau qui ne se liquéfie pas sous l'influence de la chaleur, qui consiste à porter au moins la zone de liaison de chaque pièce à une température et à une pression de liaison critiques, caractérisé en ce que la pression de liaison est créée en limitant l'augmentation de volume d'au moins une des pièces due à la dilatation produite par la montée en température, de façon que les pièces dont on a limité l'augmentation de volume pressent, dans la zone de liaison, sur les pièces auxquelles elles doivent être liées.

2. Procédé selon la revendication 1 pour lier au moins deux pièces en polytétrafluoroéthylène dont l'une au moins comprend du polytétrafluoroéthylène dit nouvelle génération possédant une viscosité à la température de transformation inférieure à 10^{10} poises, ou tout autre polytétrafluoroéthylène ayant sensiblement les mêmes température et pression critiques de liaison, la température critique de liaison étant au moins égale à la température de transformation du polytétrafluoroéthylène, caractérisé en ce que la limitation de l'augmentation de volume est réalisée à un degré tel qu'il en résulte une pression de liaison de l'ordre de $0,1 \cdot 10^5$ à $6 \cdot 10^5$ Pa.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 pour lier au moins deux pièces s'étendant sensiblement perpendiculairement au(x) plan(s) de liaison, caractérisé en ce que la pression de liaison est créée en limitant l'augmentation de volume dans une direction sensiblement normale au plan de liaison.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les pièces à lier sont disposées, avant chauffage, entre deux butées sur chacune desquelles vient respectivement prendre appui l'extrémité libre des éléments à lier.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la distance séparant les deux butées est supérieure à la somme des longueurs des pièces à lier et choisie pour éviter un fluage et/ou une distorsion notables desdites pièces.

6. Procédé selon la revendication 3, caractérisée en ce qu'avant chauffage, les pièces sont disposées les unes sur les autres, l'extrémité libre de la pièce inférieure reposant sur un support fixe.

7. Procédé selon la revendication 1 ou 2 pour lier une pièce tubulaire à une pièce disposée à l'intérieur de ladite pièce tubulaire et dans un plan sensiblement perpendiculaire à l'axe longitudinal de cette dernière, ladite pièce épousant la forme intérieure de ladite pièce tubulaire, caractérisé en ce qu'on limite l'augmentation de volume des deux pièces en entourant

la pièce tubulaire, au moins dans la zone de liaison, d'un tube rigide de même forme que la pièce tubulaire.

5 8. Procédé selon la revendication 1 ou 2 pour lier un tube à une pièce dont le pourtour a le même profil que la forme intérieure du tube, ladite pièce étant disposée à l'intérieur dudit tube dans un plan sensiblement perpendiculaire à l'axe longitudinal de ce dernier, caractérisé en ce que la pression de liaison est créée en donnant à la pièce une surface supérieure à la section intérieure du tube, ladite pièce étant introduite à force dans ledit tube.

10 9. Procédé selon la revendication 1 ou 2 pour lier au moins deux pièces s'étendant dans le prolongement l'une de l'autre, caractérisé en ce qu'on limite l'augmentation de volume en disposant lesdites pièces dans une enveloppe rigide ayant sensiblement la même forme que les pièces à lier et ouverte au niveau des extrémités libres de ces dernières.

1/2

FIG. 1

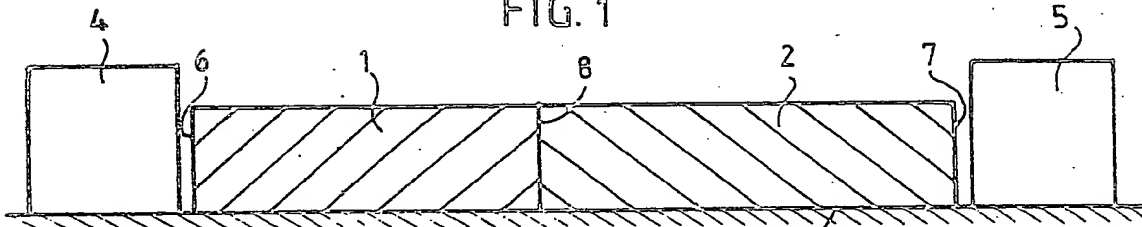


FIG. 2

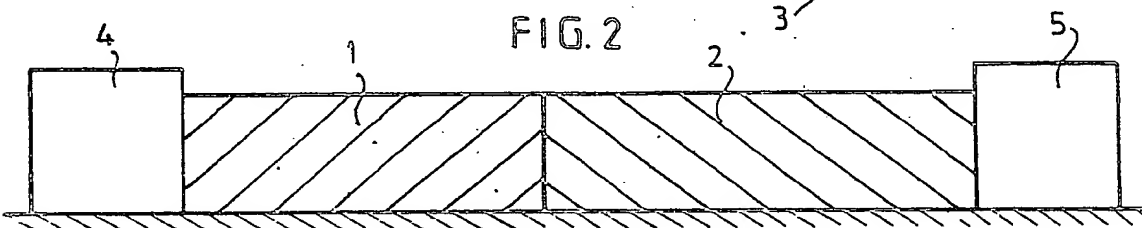


FIG. 3

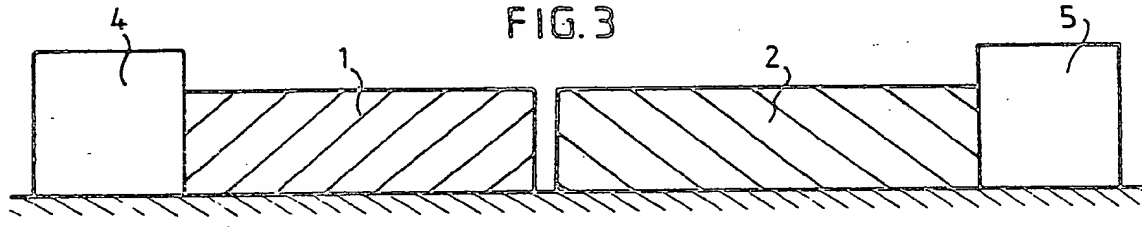


FIG. 4

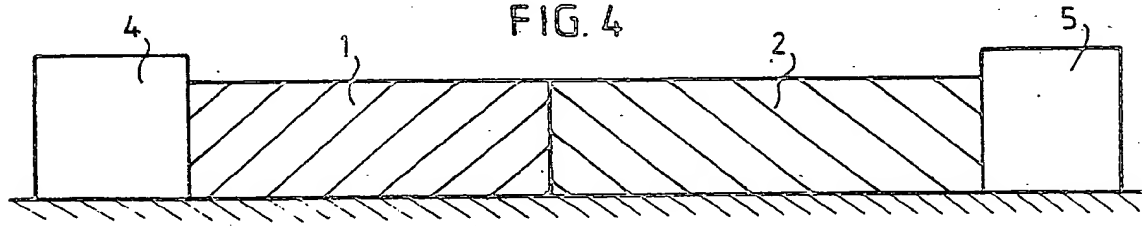


FIG. 5

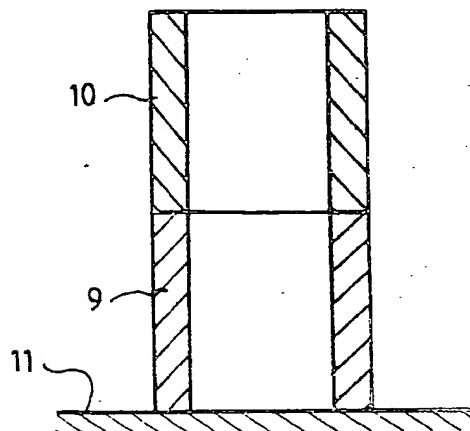


FIG. 6

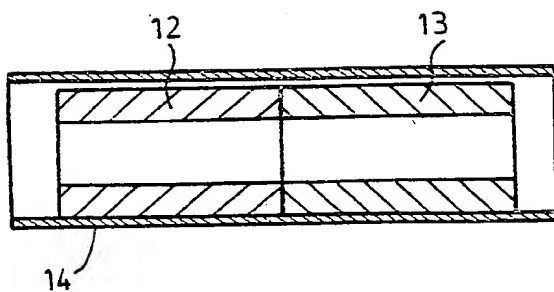


FIG. 7

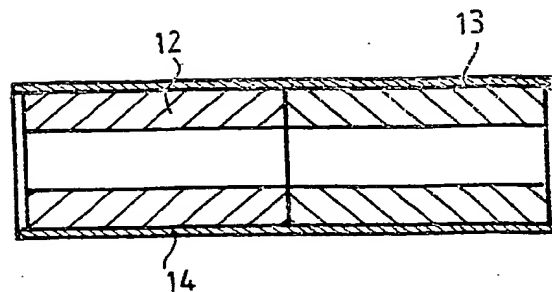


FIG. 8

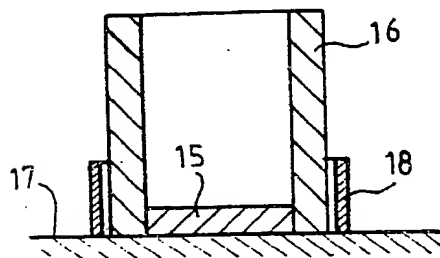


FIG. 9

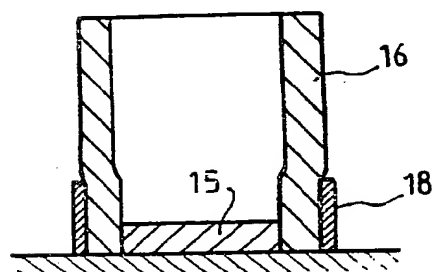


FIG. 10

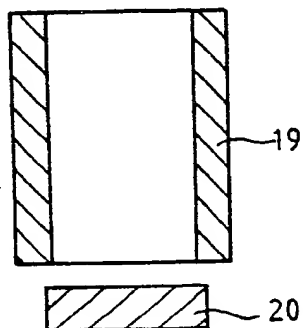


FIG. 11

